

---

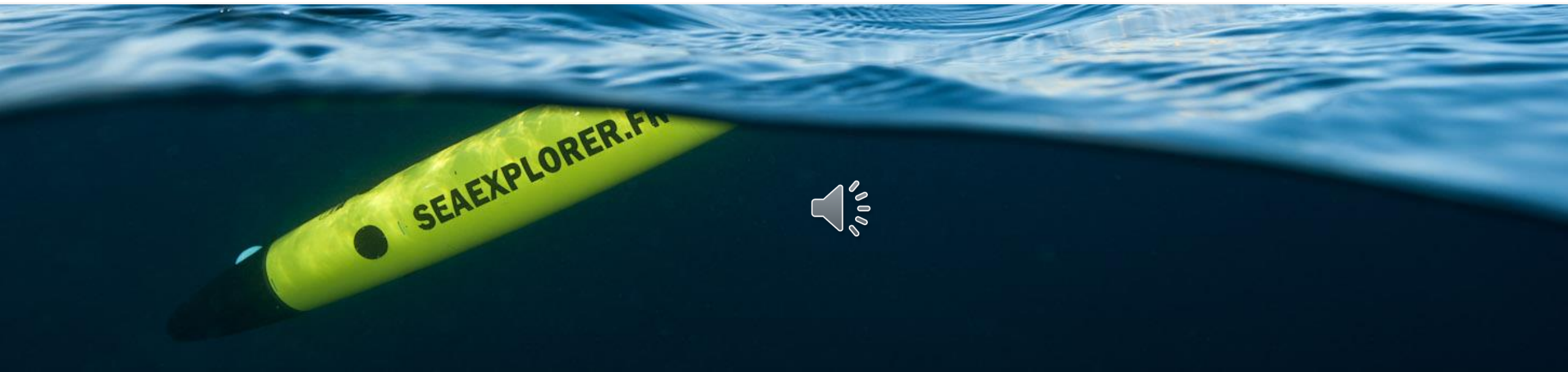
**ALSEAMAR**

---

ALCEN

**innovation & services** at **sea**

# La prochaine génération de gliders pour l'acoustique passive (PAM)





Pilot  
Control your gliders



View Data  
View and analyze your data



Mission Planning  
Prepare your next missions



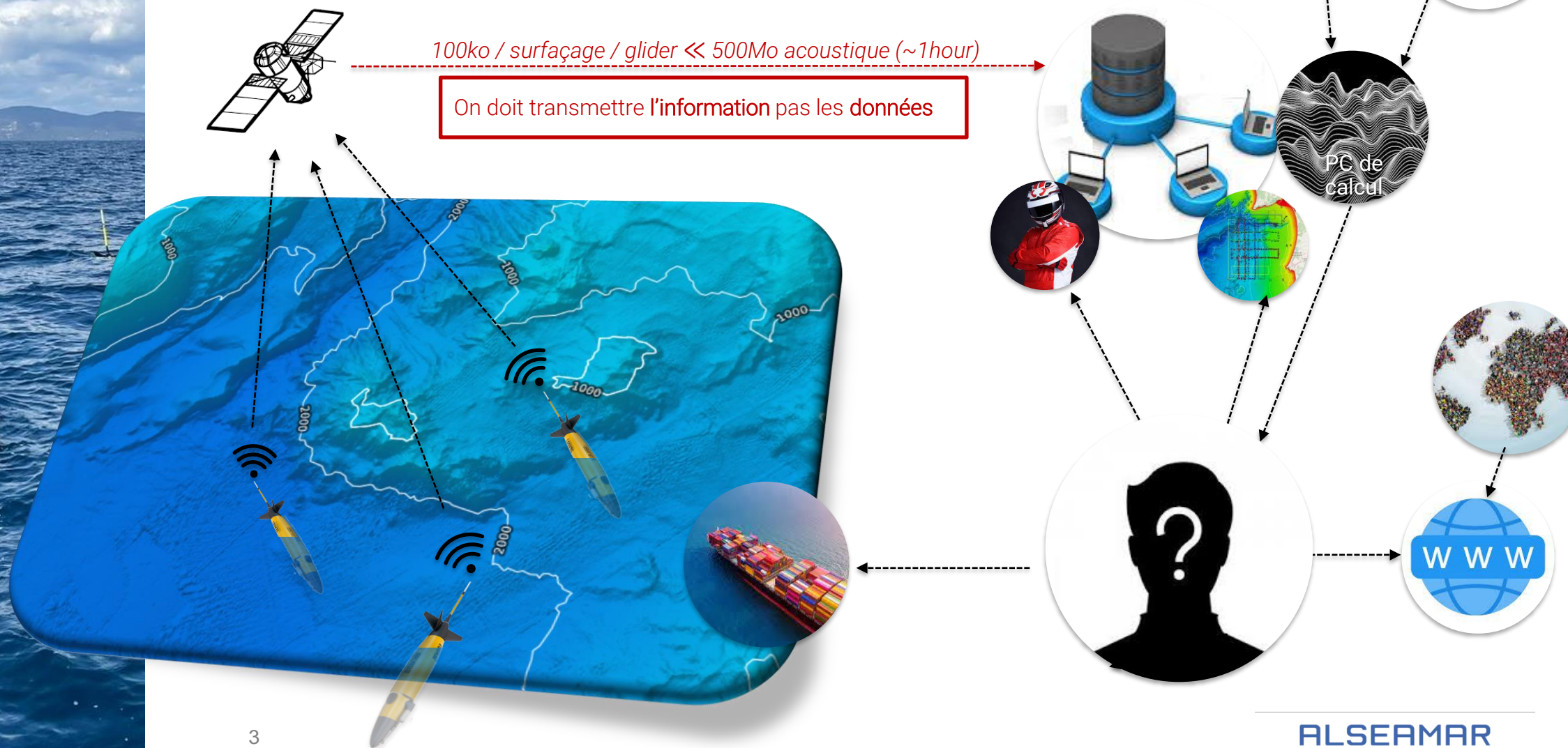
Maintenance  
Manage your gliders and sensors

## SOMMAIRE

- Architecture PAM embarqué / déporté
- **Acoustique sur SeaExplorer**
  - Missions PIAQUO
  - Nouvelle payload pour les scientifiques
- Nouveau mode de navigation: Backseat driver
- Outils pour la gestion de flotte

# ACOUSTIQUE SUR SEAEXPLORER

Architecture système acoustique semi temps réel





# ACOUSTIQUE SUR SEAEXPLORER

EU LIFE PIAQUO



Réduire le bruit rayonné par les navires et **adapter en temps réel** des stratégies de mitigation en fonction des ecosystems rencontrés





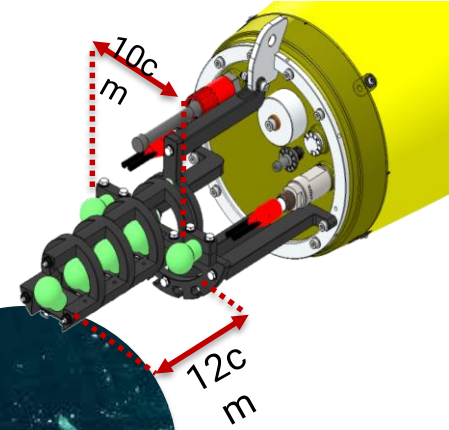
# ACOUSTIQUE SUR SEAEXPLORER

Détection embarqué

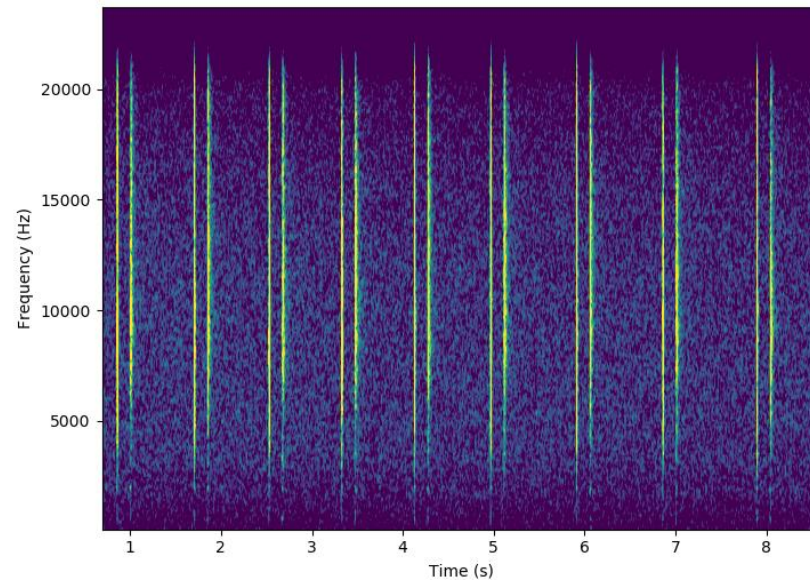
Sperm whale



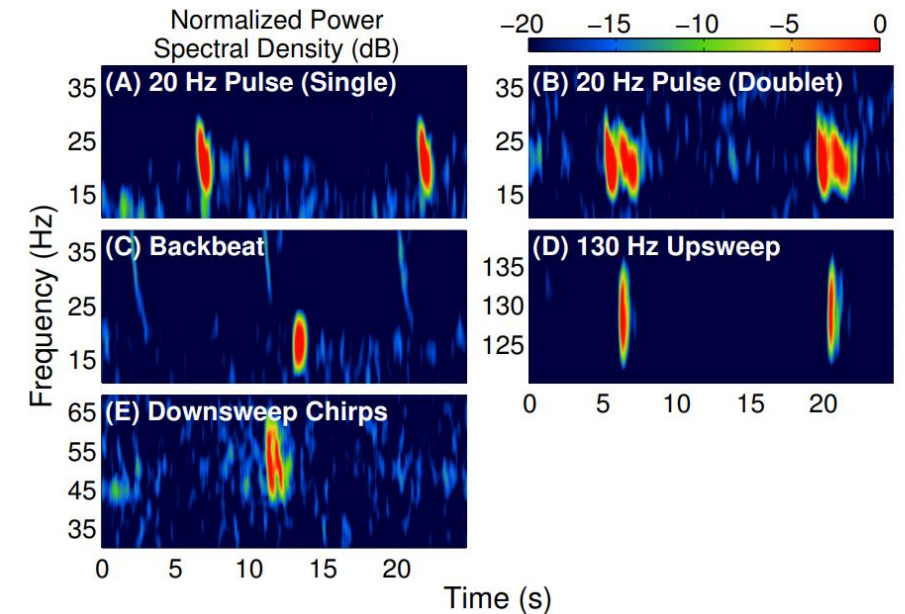
Fin whale



- Wideband clicks, max @ 8kHz,  $T = 5\text{ms}$



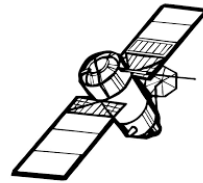
- Very low frequency calls, 20Hz-Pulse





# ACOUSTIQUE SUR SEAEXPLORER

Localisation déportée



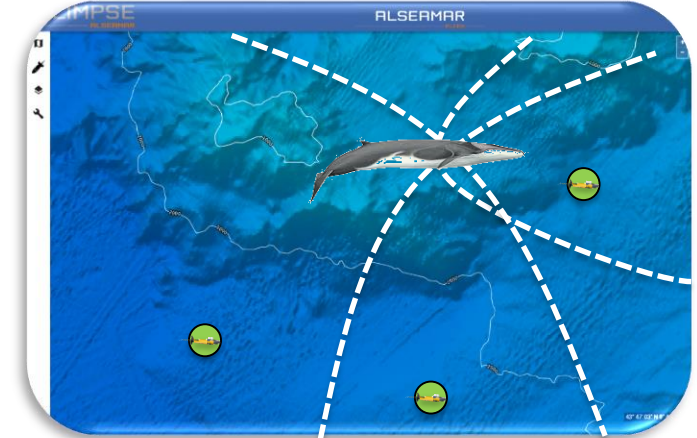
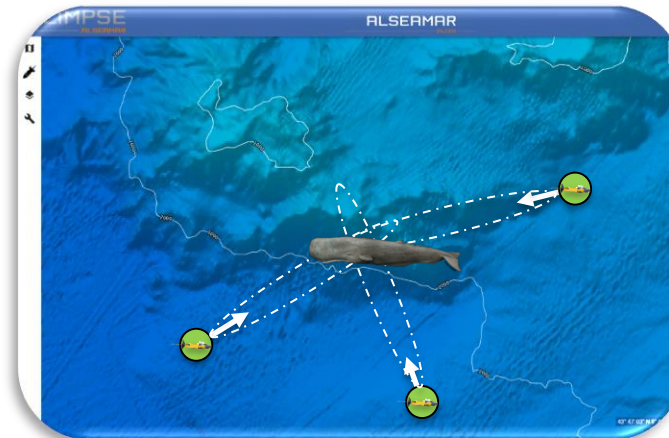
détection

**Classe détectée | Temps d'arrivé | Direction d'arrivée**

glider

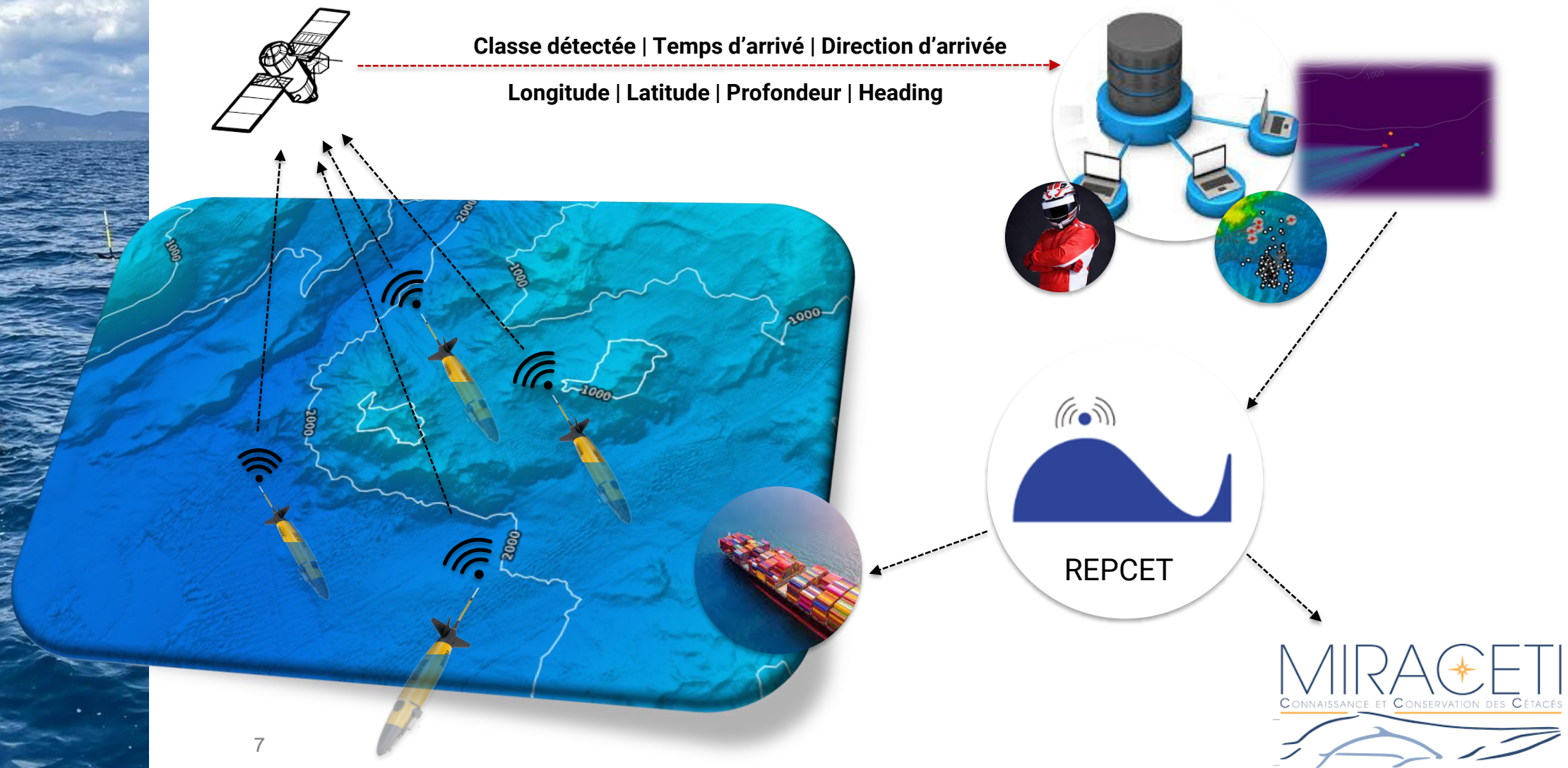
**Longitude | Latitude | Profondeur | Heading**

- Cachalots
  - Fusion des DoA multi glider
- Rorqual commun
  - Triangulation par TDoA utilisant le reseau de glider



## A dolphin is captured mid-leap, its body arched as it moves from the water towards the right. The dolphin's skin is a dark grey, and its tail is visible above the surface. To the right, the blue hull of a boat is partially visible, with a yellow flag or marker attached. The water is a deep blue with small, white-capped waves. In the background, a distant shoreline with buildings and mountains is visible under a sky filled with white, fluffy clouds.

7





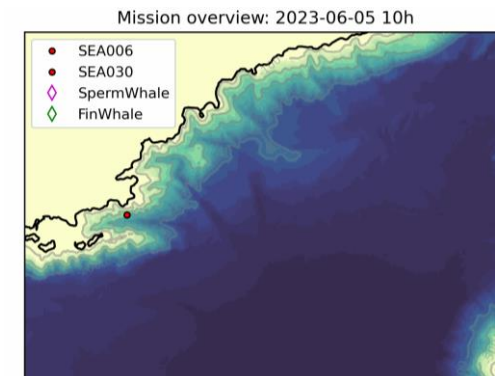
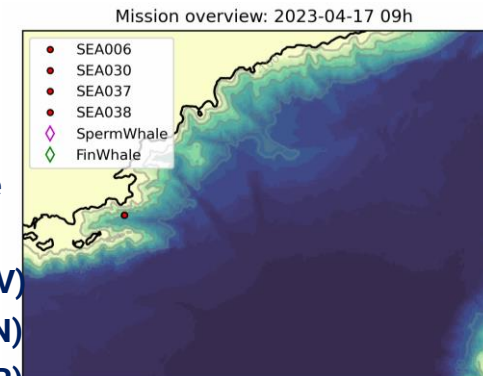
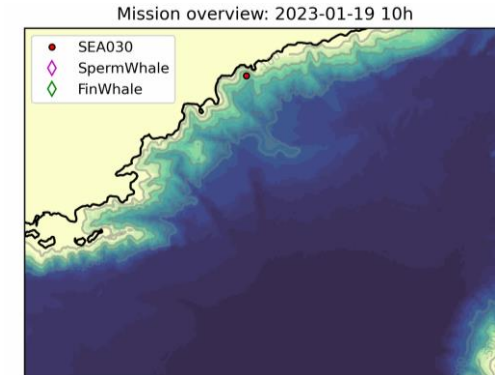
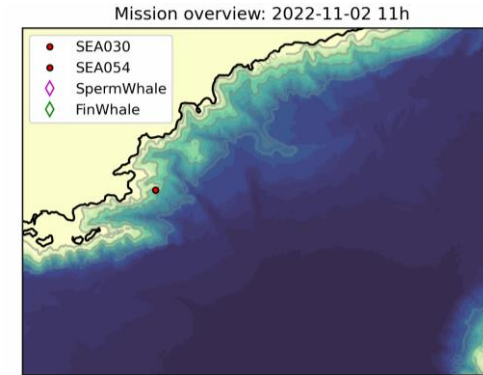
# ACOUSTIQUE SUR SEAEXPLORER

## 2020-2021:

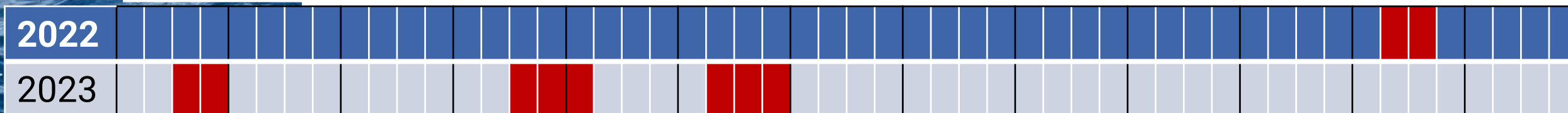
- Fab gliders
- Dev embedded software
- Dev server software
- Data collection in PELAGOS sanctuary
  - 1 glider 04-08-2021
  - 1 glider 14-10-2021 -> 22-10-2021
- Fleet test missions
  - 3 gliders 23-11-2021 -> 11-12-2021
  - **SEA040 has been lost at sea**

## 2022-2023:

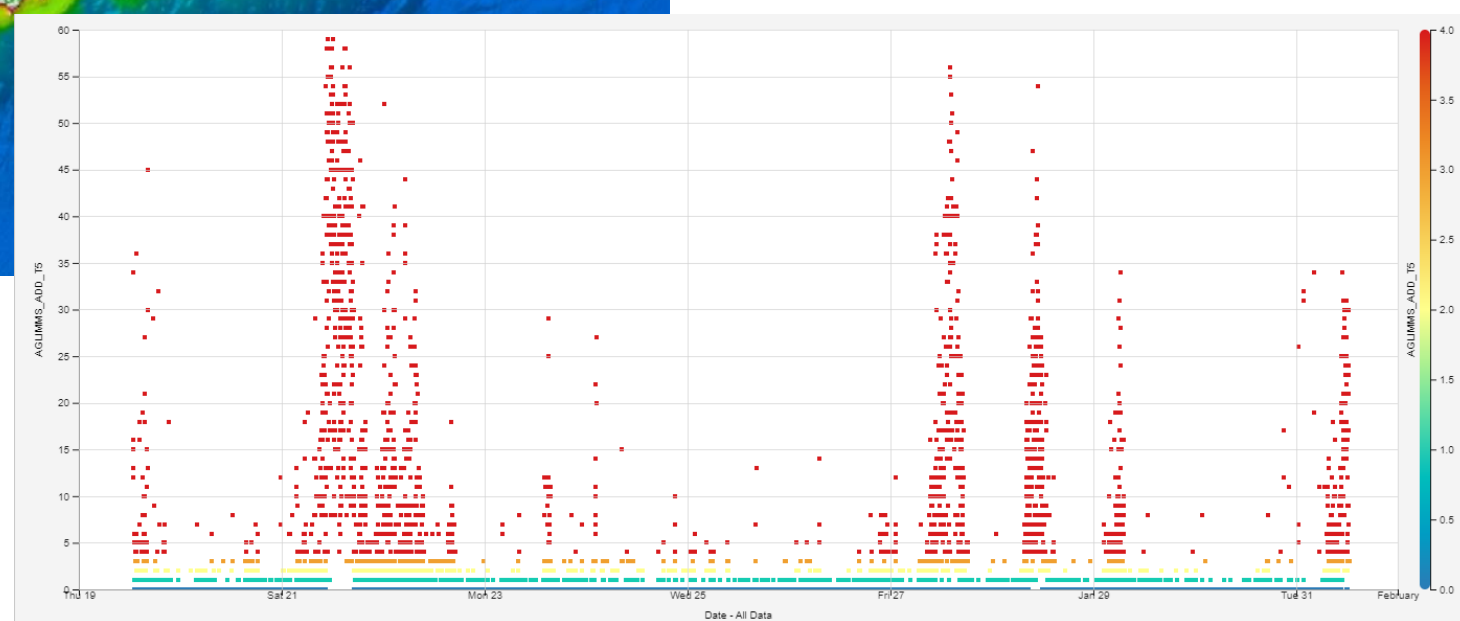
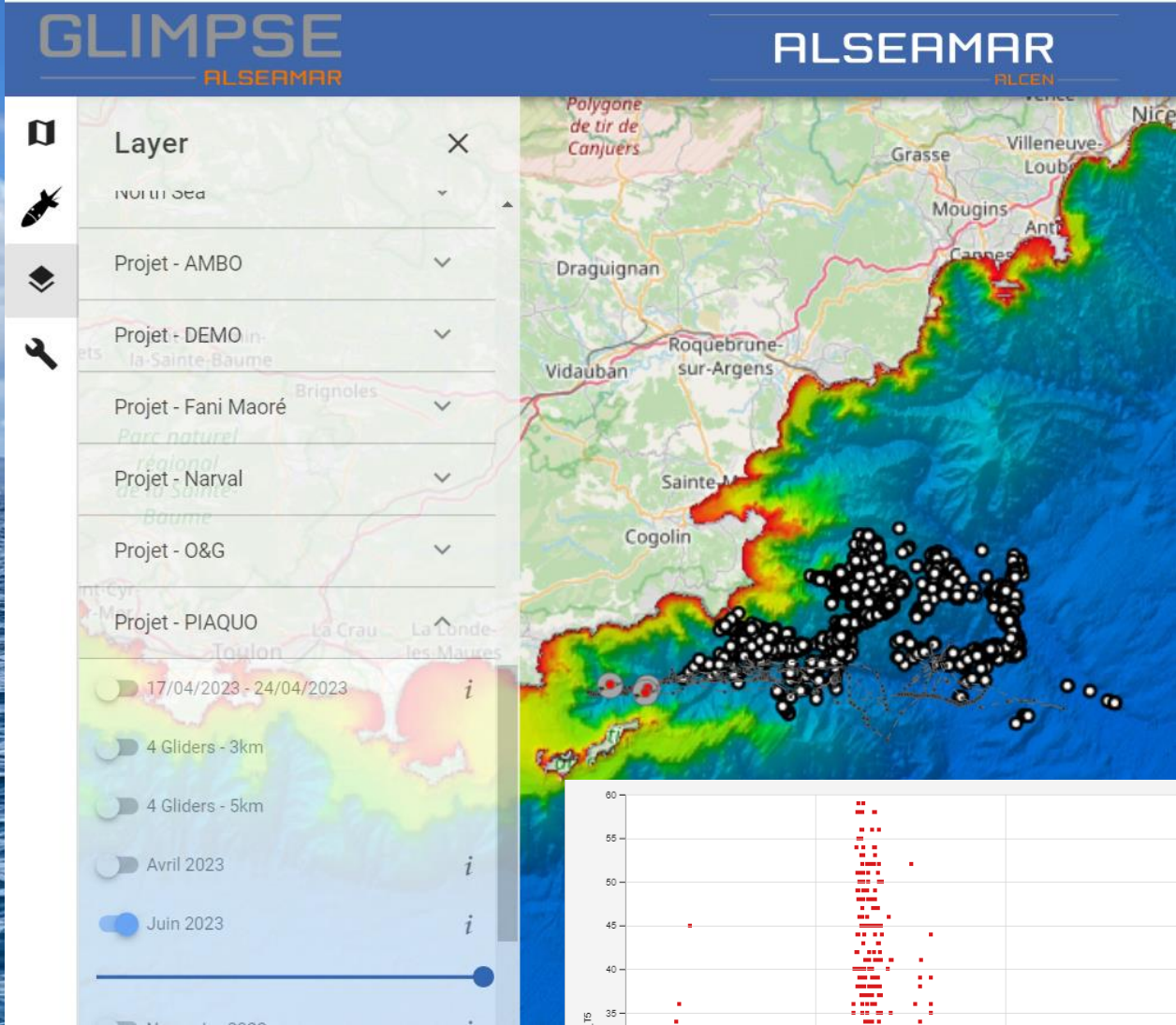
- Software continuous development
- Collaboration with REPCET / MIRACETI / Amélie
- Operationnal missions :
  - 4 gliders 09-11-2022 -> 22-11-2023 (NOV)
  - 4 gliders 19-01-2023 -> 29-01-2023 (JAN)
  - 4 gliders 17-04-2023 -> 05-05-2023 (APR)
  - 4 gliders 05-06-2023 -> 29-06-2023 (JUN)



JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC









# ACOUSTIQUE SUR SEAEXPLORER

## PIAQUO - Conclusion

- Architecture embarqué / déporté opérationnelle
  - Traitement en // d'un enregistrement avec presque 1 an d'acquisition continue
  - Plusieurs 100aine de positions de MM en semi temps réel
  - Navigation en flotte de gliders réussie
- 
- Triangulation TDoA à besoin d'amélioration (dérive horloge, position précise sous l'eau, prise en compte de la propa, ...)
  - Architecture complexe, nécessite expertise dans de nombreux domaines
  - Traitement embarqué spécifique à l'application et limitation hardware
  - Développement embarqué long (transfert de code vers l'embarqué)

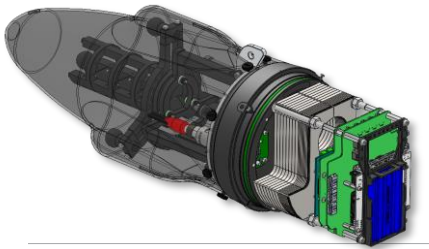
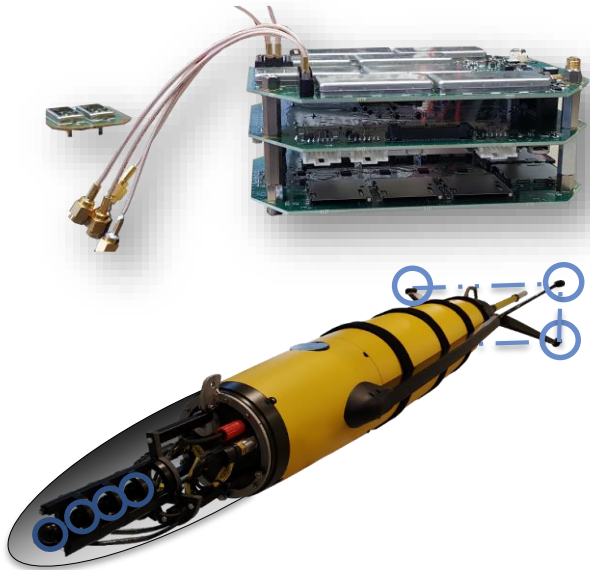
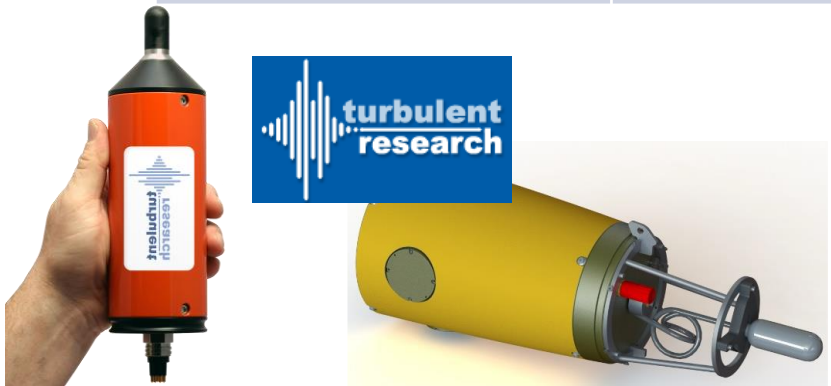




# ACOUSTIQUE SUR SEAEXPLORER

CU pour scientifique

	PORPOISE	AGLIMMS	AURIS
Integration date	2015 (from TR product)	2017	2023
Type	Recorder	Recorder + processor	Recorder + processor
Fs	12kHz-384kHz	24kHz-192kHz	8kHz-192kHz (up to 785kHz)
Format	32bits	24bits	16, 24, 32bits
Global Sensitivity	-156 to -118 dB re. 1V/ $\mu$ Pa	-157 or -132 dB re. 1V/ $\mu$ Pa	-164 to -122 dB re. 1V/ $\mu$ Pa
Phase/gain calibration	N/A	N/A	YES
Channels	x1	x8	x4 (x8 channels in qualification)
Programmable	non	Yes by ALSEAMAR	Yes by the costumer
Battery life (continuous recording)	2 months	1,5 month	1 month



ALSEAMAR

ALLEN



# ACOUSTIQUE SUR SEAEXPLORER

Raison d'être de AURIS (*Acoustic Underwater Recorder and Intelligent System*)

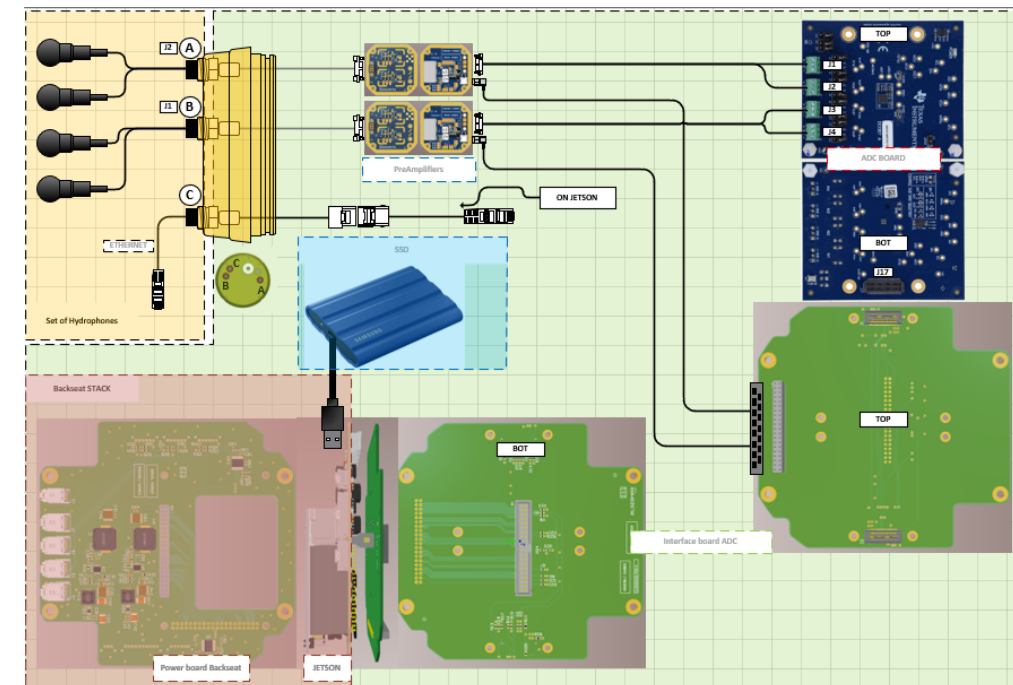
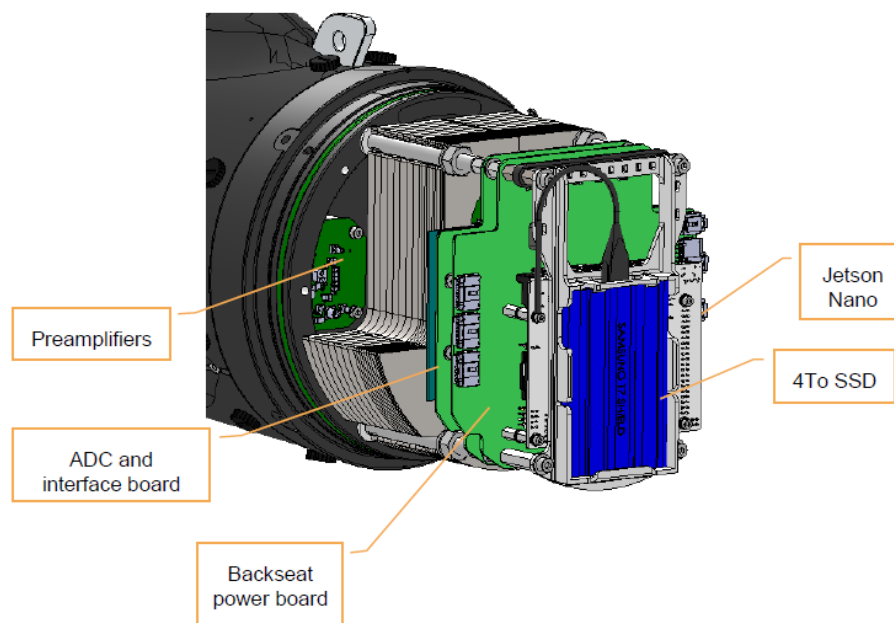
- Intégration soft de nouveaux capteurs **cher et longue**
- De + en + de besoins de traitement temps réel
- Sur payload « traditionnelle »
  - Implémentation **cher et longue** (pour nous & vous)
  - Implémentation par vous **impossible/difficile**
  - Souvent **spécifique** à une appli et/ou **propriétaire** à un client
  - Utilisateur qui ne veut pas partager l'algo avec Alseamar ?
- Pas de lien entre navigation et capteurs
  - **navigation autonome** pas implémenté
  - Echantillonnage **intelligent** impossible

**Solution AURIS: Système « 100% » ouvert avec protocole NAV/CU**



# ACOUSTIQUE SUR SEAEXPLORER

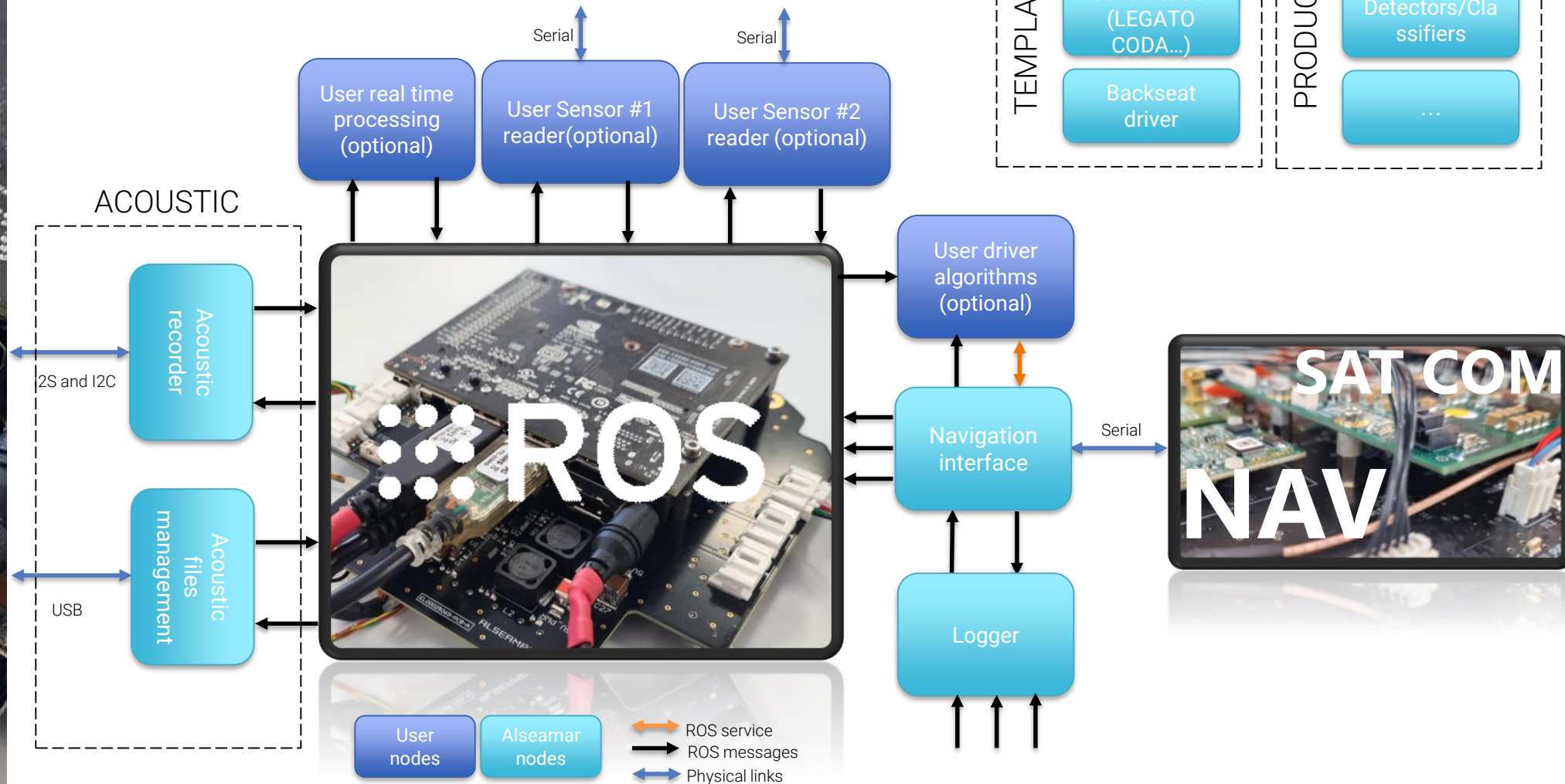
## AURIS



<b>Ordinateur embarqué</b>	Jetson Nano
<b>AdC</b>	TLV320ADC6140 Quad-Channel
<b>Système d'exploitation</b>	Ubuntu 18.04
<b>Middleware</b>	Robotic Operating System
<b>Ethernet</b>	1Gb/s sur la tape avant

# ACOUSTIQUE SUR SEAEXPLORER

## ■ Middleware ROS







# ACOUSTIQUE SUR SEAEXPLORER

## Modules de traitement embarqué

- Nœuds ROS très simple à implémenter
  - Python/C++/Julia
  - Messages ROS interconnectent tout le système
- Enorme capacité de calcul
  - 4 CPU + 1 GPU
  - 4Go RAM (dont ~2Go dispo pour traitement)
  - Multiprocess
- Flexibilité de l'usage
  - Activation/désactivation recording&processing depuis le centre à terre
  - Multi langage

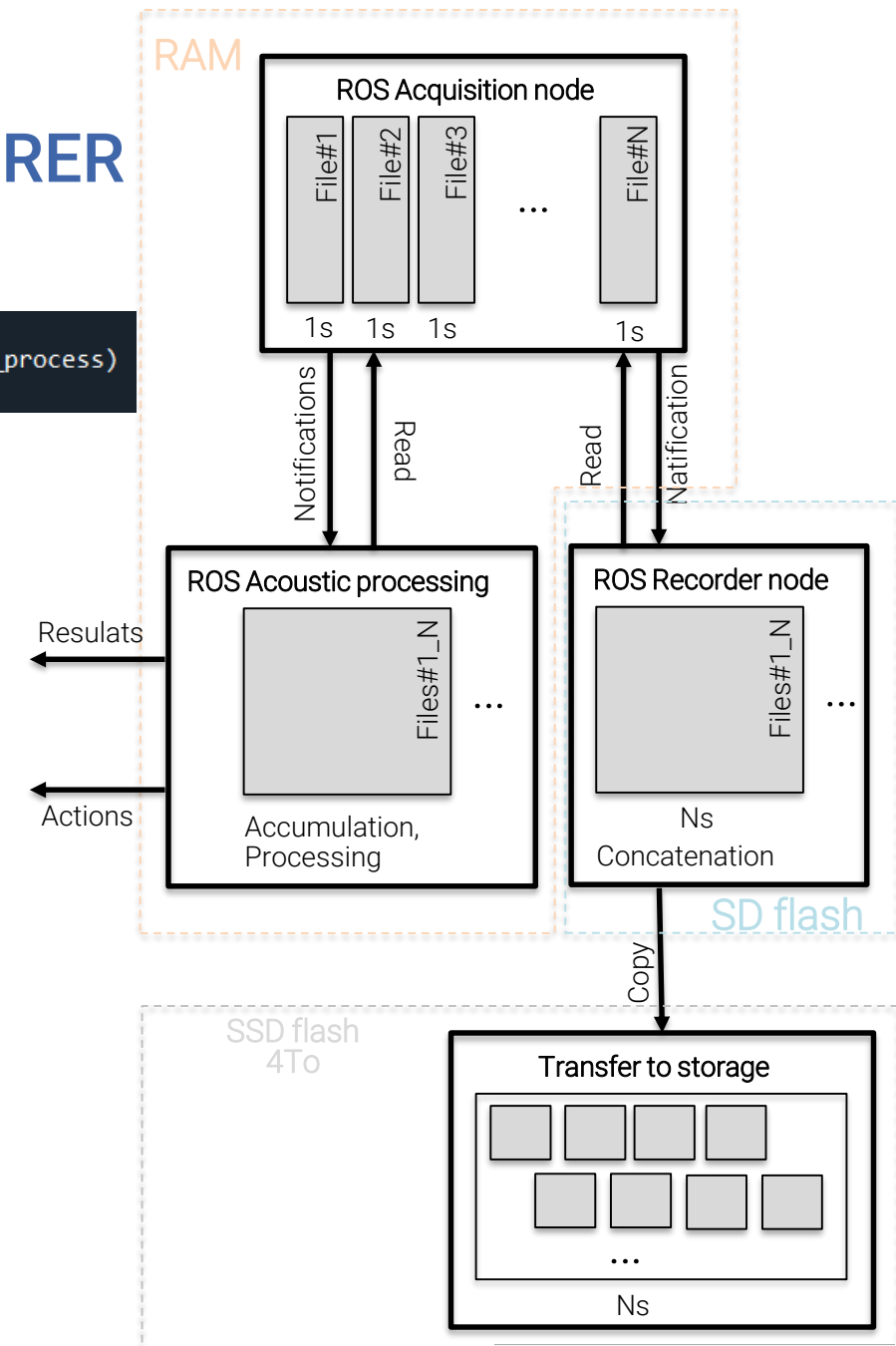
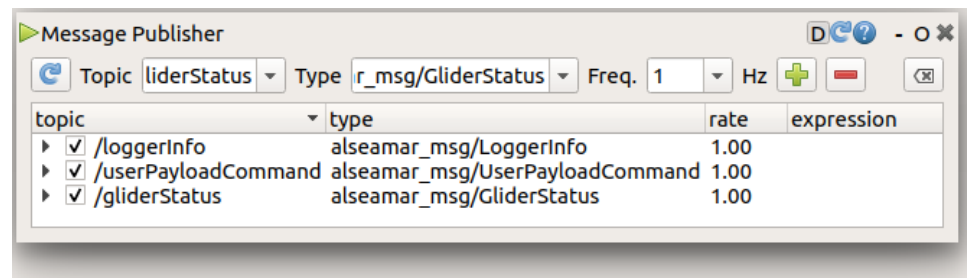
# ACOUSTIQUE SUR SEAEXPLORER

## Modules de traitement embarqué

```
self.sub_filename = rospy.Subscriber("/file_ready", AcousticFile, self.process)
self.sub_command = rospy.Subscriber("/userPayloadCommand", UserPayloadCommand, self.activate_process)
self.pub_results = rospy.Publisher("/userData", UserData, latch=True, queue_size=10)
```

```
def process(self, msg):
    if msg.filename and self.activate == True:
        :

    self.results.fields = ["User_Field2", "User_Field3", "User_Field4"]
    self.results.val = [output2, output3, output4]
    self.pub_results.publish(self.results)
```

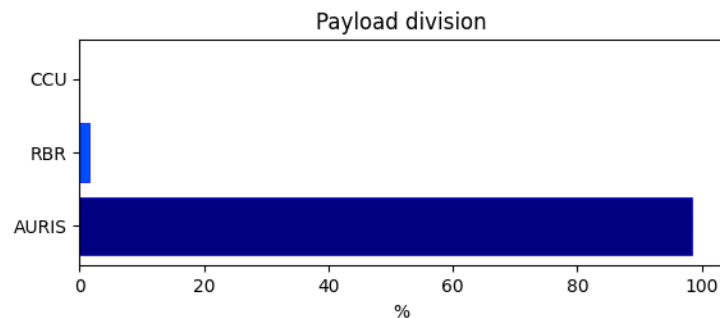
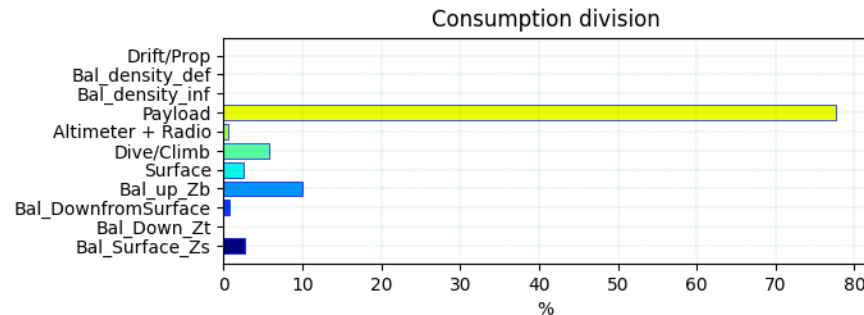




# ACOUSTIQUE SUR SEAEXPLORER

## AURIS performances

- Système qualifié pour 4 channels 192kHz 24bits + CTD Legato
  - Perte de données de l'ordre de grandeur de 1buffer / heure (quelques ms soit  $\sim 0,002\%$ )
  - Bruit propre SS0 jusqu'à  $f < ??$  kHz
- Consommation  $\sim 3W$  (en amélioration continue)



### Parameters in

Glider: SeaExplorer  
Calc: Hydro model  
Surface time (s): 300  
Pitch angle (°): 20  
Altimeter on: 1  
Radio on: 0  
Battery: pack 18650  
Drift: No

Zb (m): 1000  
Zs (m): 10  
Sr: 1  
Zt (m): 15  
Bs (mL): 500  
Bu (mL): 150  
Bd (mL): 150  
Surf p (kg.m-3): 1028  
Bot p (kg.m-3): 1028

AURIS / 111 / 1 / 0  
RBR / 111 / 1 / 0  
///  
///  
///

### Parameters out

Time by Segment (h): 4.8  
Distance by Segment (m): 4709  
Energy by Segment (W.h): 18.6  
Payload Energy by Segment (W.h): 14.5  
Payload/Total Consumption (%): 78

Glide angle (°): 22.9  
AOA (°): 2.9  
Xspeed relative to water (m/s): 0.280  
Zspeed (m/s): 0.118

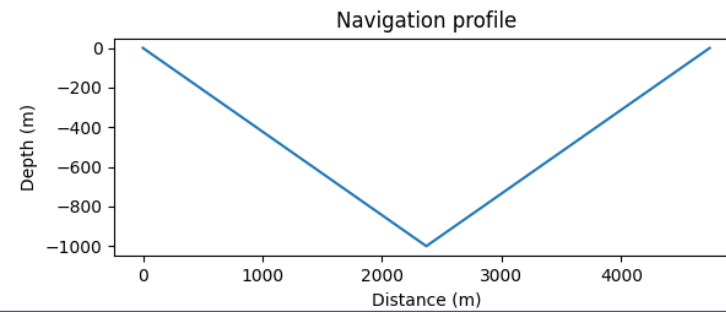
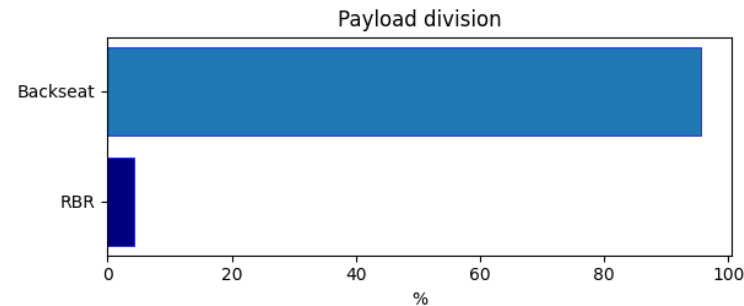
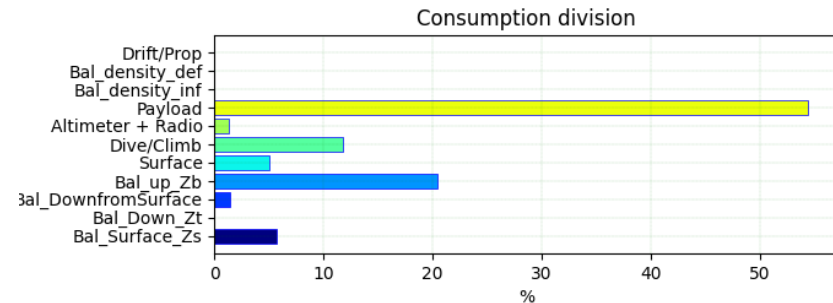
Estimated 15 % battery left

Double battery-----286 cycles-----57 days-----1346km  
18650-----129 cycles-----25 days-----611km  
18650BMSN-----144 cycles-----28 days-----681km  
Primary-----244 cycles-----48 days-----1153km  
Primary+pld-----306 cycles-----61 days-----1441km

# ACOUSTIQUE SUR SEAEXPLORER

## Backseat performances

- Désactivation de 2 CPU + GPU
- Activation du backseat ROS service



### Parameters in

Glider: SeaExplorer  
Calc: Hydro model  
Surface time (s): 300  
Pitch angle (°): 20  
Altimeter on: 1  
Radio on: 0  
Battery: pack 18650  
Drift: No

Zb (m): 1000  
Zs (m): 10  
Sr: 1  
Zt (m): 15  
Bs (mL): 500  
Bu (mL): 150  
Bd (mL): 150  
Surf p (kg.m-3): 1028  
Bot p (kg.m-3): 1028

RBR / 111 / 1 / 0  
///  
///  
///  
///

### Parameters out

Time by Segment (h): 4.8  
Distance by Segment (m): 4709  
Energy by Segment (W.h): 9.1  
Payload Energy by Segment (W.h): 5.0  
Payload/Total Consumption (%): 54

Glide angle (°): 22.9  
AOA (°): 2.9  
Xspeed relative to water (m/s): 0.280  
Zspeed (m/s): 0.118

Estimated 15 % battery left

18650-----237 cycles-----47 days-----1117km  
18650BMSN-----291 cycles-----58 days-----1374km  
Primary-----500 cycles-----99 days-----2355km  
Primary+pld-----625 cycles-----124 days-----2944km

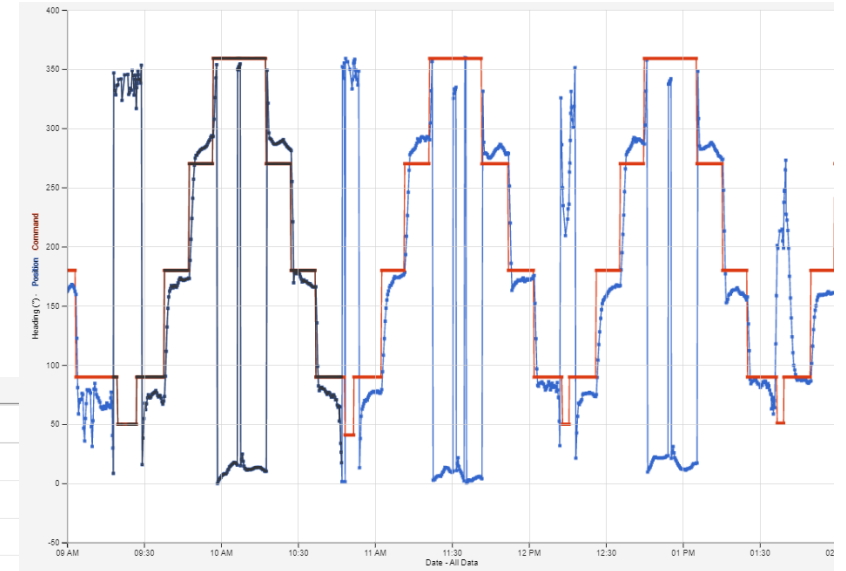
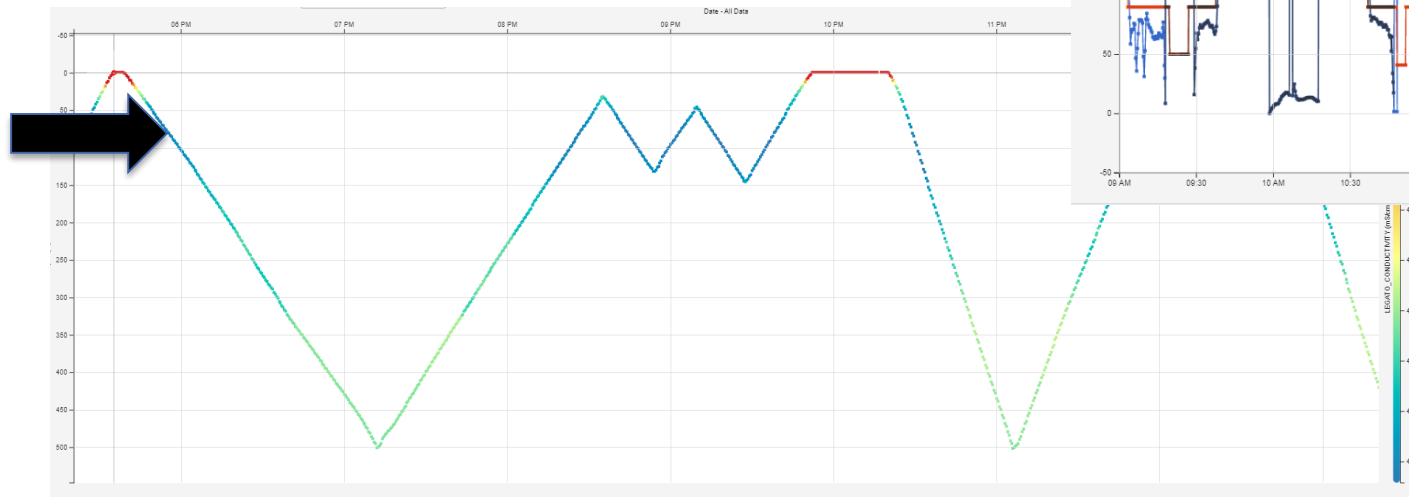




# BACKSEAT

Mission en mer

- Changement de cap
- Planner sur minimum de conductivité



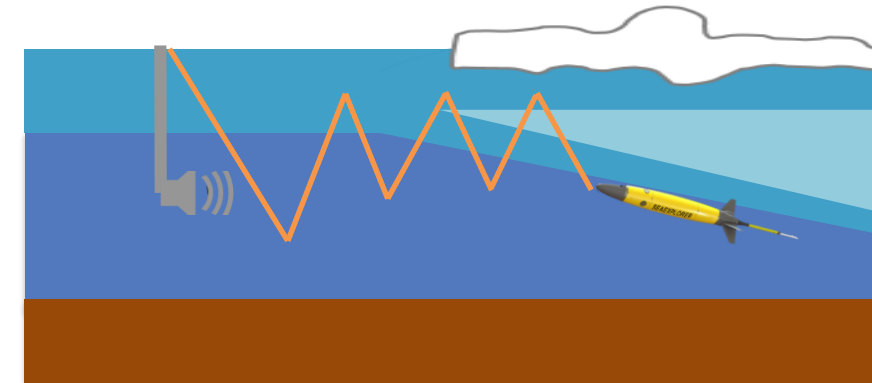
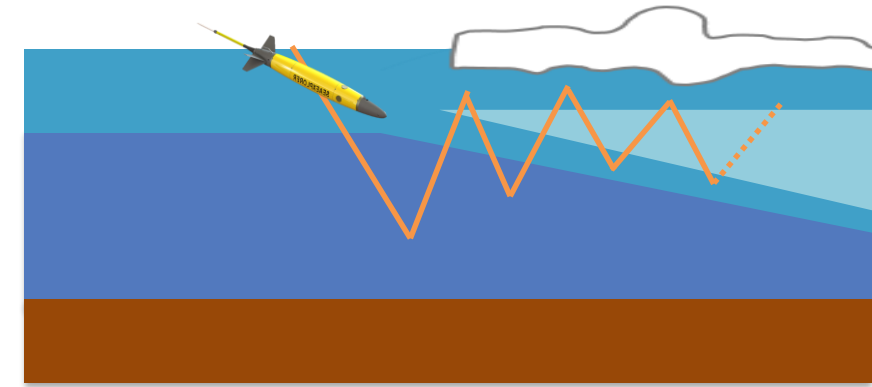
The limit is the user's imagination



# BACKSEAT

Notre rêve backseat + acoustique

- The glider could follow certain gradient under ice, taking the decision automatically
- The glider could detect the ice above using an ADCP
- Using an under water acoustic source and beamforming algorithm the glider could home back to the ship
- The beacon could be pinging all the time and the glider could locate the source at all times to understand where is the escape





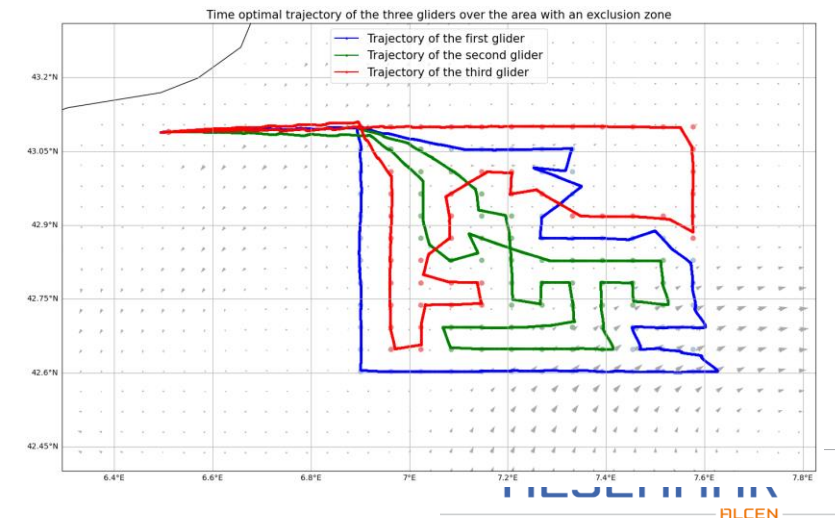
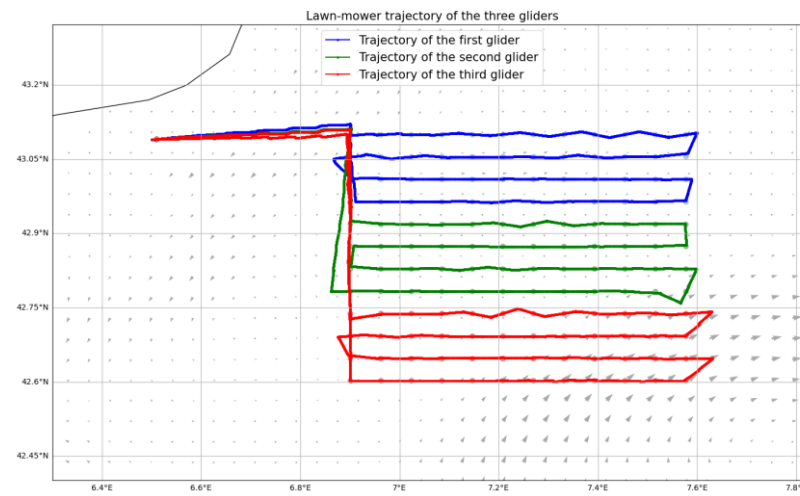
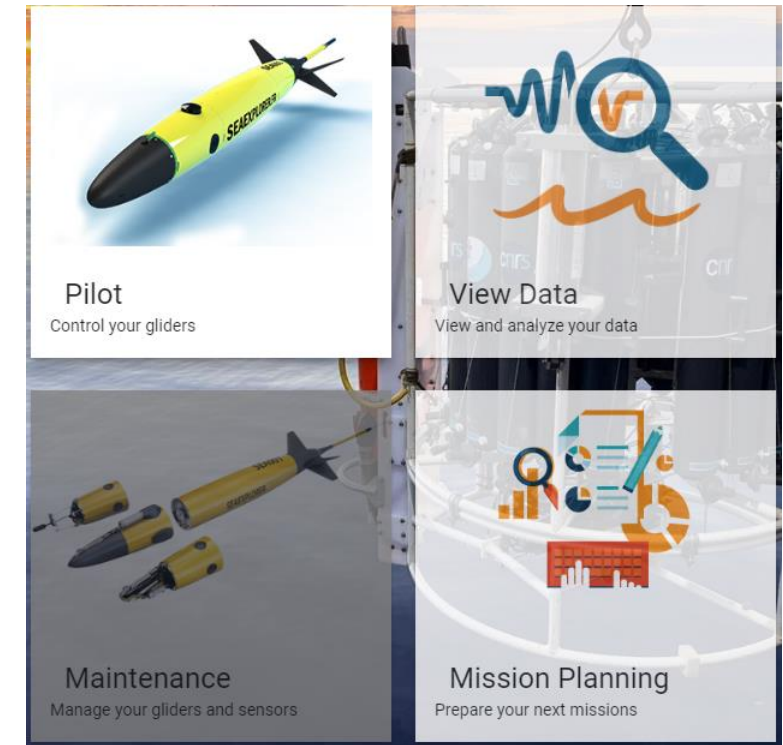


# Gestion de flotte

Génération et simulation de plan de mission

Travaux de thèse de Aurélien Merci

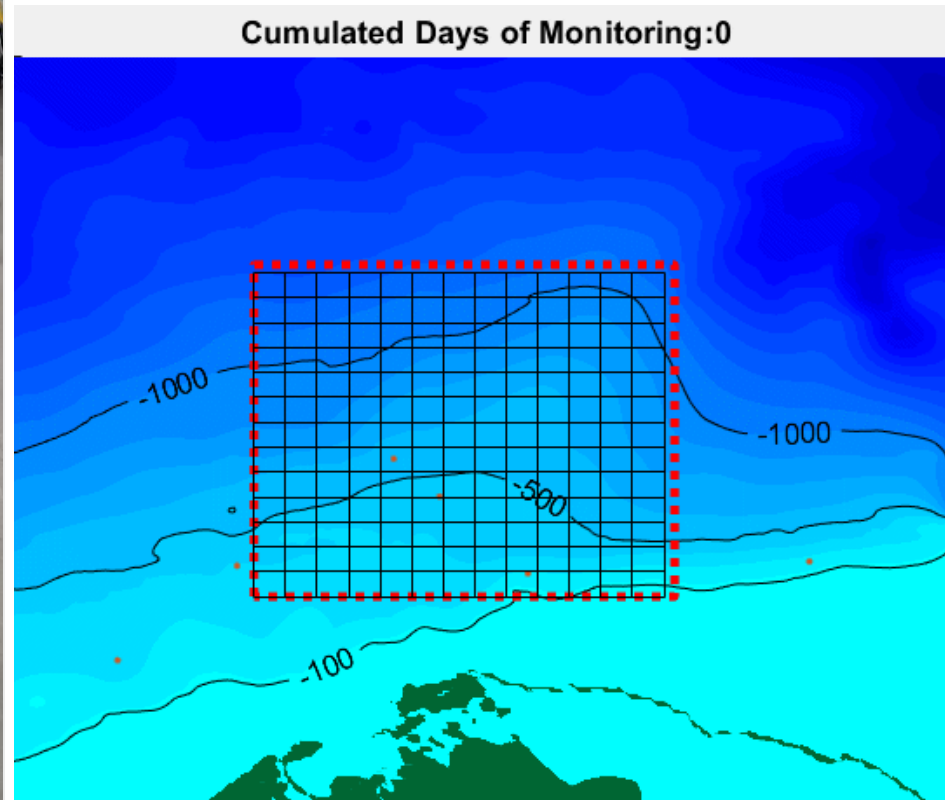
- Optimisation:
  - Temps en mer
  - Couverture de zone
- Contraintes:
  - Données environnementales
  - Récupération synchronisée



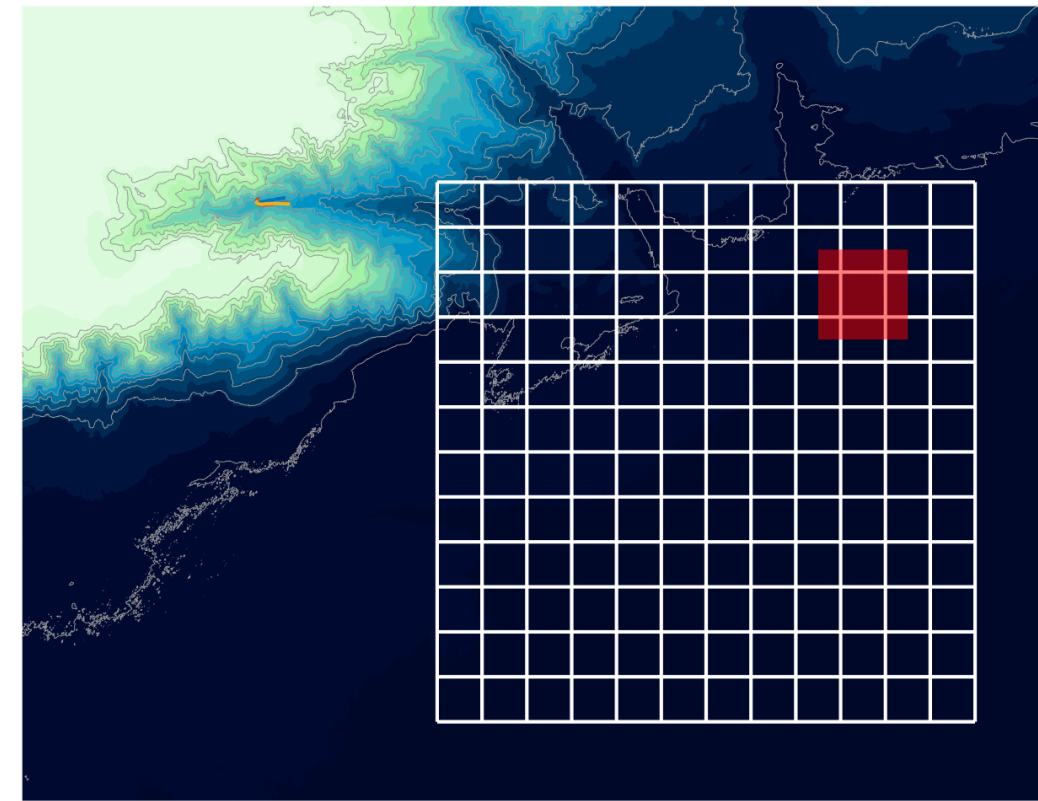
# Gestion de flotte

Génération et simulation de plan de mission

Travaux de thèse de Aurélien Merci



*Couverture de zone manuelle avec 2 planeurs dans le Golfe du Mexique en 2020*



*Couverture de zone automatisée avec 4 planeurs en mer Méditerranée en 2023*

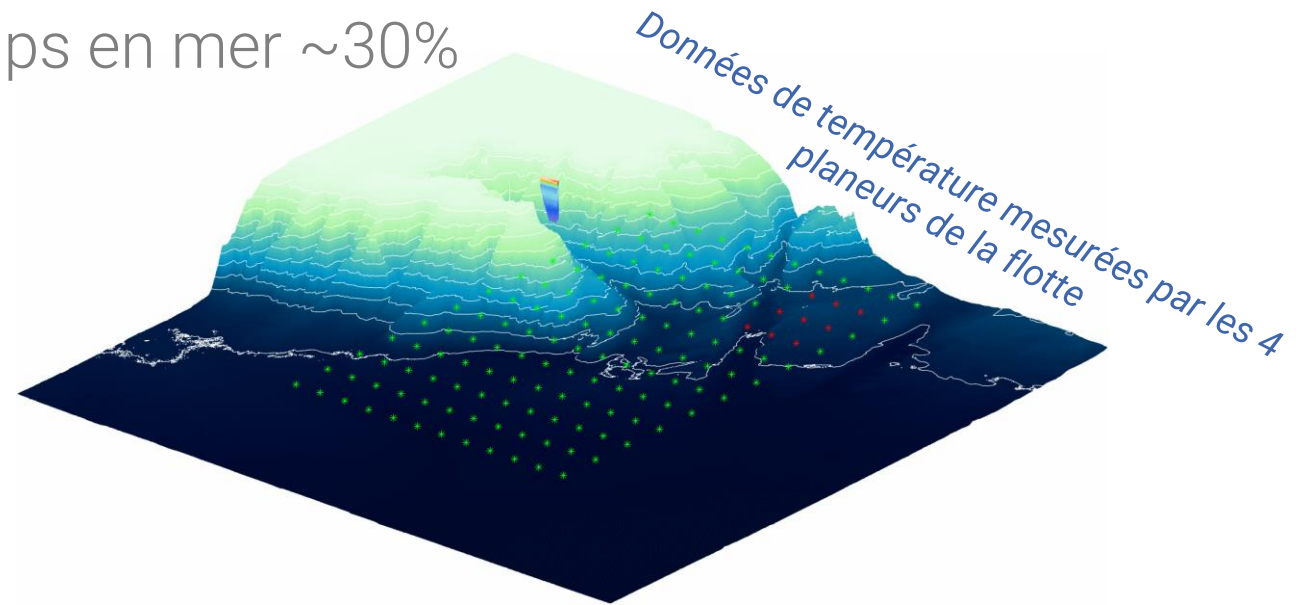




# Gestion de flotte

Génération et simulation de plan de mission

- Gain de temps en mer ~30%



- Mise à jour automatique du plan de mission en fonction des variations environnementale rencontrées (prochain développement)



---

ALSEAMAR

---

ALCEN

**innovation & services** at **sea**





# Localisation

